

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-92888

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>C 30 B 13/34  
29/52

識別記号

庁内整理番号

8518-4G  
8518-4G

⑬公開 平成2年(1990)4月3日

審査請求 有 請求項の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 ニッケル基超合金単結晶の製造方法

⑮特 願 昭63-244497

⑯出 願 昭63(1988)9月30日

⑰発明者 太田 芳雄 東京都江東区豊洲3丁目1番15号 石川島播磨重工業株式会社技術研究所内

⑱発明者 中川 幸也 東京都江東区豊洲3丁目1番15号 石川島播磨重工業株式会社技術研究所内

⑲出願人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ニッケル基超合金単結晶の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

- 1) 単結晶化の容易な合金であらかじめ単結晶品を製造し、該単結晶品から所望の方位に種結晶を切り出し、該種結晶を鋳型内で方位を固定し、前記種結晶と異なる合金を、一方向凝固精密鋳造法により溶解、鋳造することを特徴とするニッケル基超合金単結晶の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、一方向凝固精密鋳造法によるニッケル基超合金単結晶の製造方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

ニッケル基超合金単結晶は、その高温強度が通常の普通鋳造材に比べて著しく優れていることから、主に航空機用ガスタービンのエンジ

ン部品(動翼、静翼)に既に実用化されており、更に陸船ガスタービン、その他用途にも適用が考えられつつある。

ニッケル基超合金単結晶の製造には、通常一方向凝固精密鋳造法のロストワックス法が用いられ、その従来例の1つとして第5図に示したセレクト方式は、鋳型aの下部に位置した水冷銅板b、スタークブロックcの上方にセレクト(制限回路)dを設け、溶解、鋳造を行っている。このセレクトの形状としては、第6図(イ)のらせん形(Helix)、第6図(ロ)のジグザグ形(Zigzag)、第6図(ハ)の角柱形(Right-Angle)等が用いられている。

他の従来例として、第7図に示した種結晶方式は、鋳型eの下部に位置した水冷銅板f上に、製造合金と同一の合金を用いた種結晶gを組み込んで溶解、鋳造を行っている。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、ニッケル超合金はすべて面心立方構造(FCC)を持ち、その結晶優先成長方位

は<100>である。従って上述の従来例のセレクト方式では原則的には<100>しか得られない。もし得られたとしてもその場合は何らかの不具合による結果であって再現性はないものである。又、種結晶方式は、同一金型を使用するため、合金種が増えたりあるいは合金開発中の様な場合には、その合金種の数だけ種結晶を準備する必要があるため製造が繁雑となる。

本発明は、前記実情に鑑み、製造の繁雑さを無くし多様な合金種の任意方位の単結晶部品が得られる様にしたニッケル基超合金単結晶の製造方法を提供することを目的としてなしたものである。

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、単結晶化の容易な合金であらかじめ単結晶品を製造し、該単結晶品から所望の方位に種結晶を切り出し、該種結晶を鋳型内で方位を固定し、前記種結晶と異なる合金を、一方向凝固精密鋳造法により溶解、鋳造することを特徴とするものである。

なお、図中5は冷却板である。

種結晶(A合金)と異なる合金を用いて単結晶を得るための鋳型方案及び鋳造条件をパラメータとして試作試験を行い、得られた試験片のマイクロ組織、ミクロ組織及び背面ラウエ法による結晶方位の測定を行って単結晶化の可能なことを確認した。又、化学分析を行って製品部における合金成分の異常のないことを確認した。

第1図に試験に用いた各種鋳型方案を示す。(a)に示すタイプは種結晶(A合金)に比べ注湯合金の融点が高い場合には、種結晶はメルトダウンすることがあり好ましくない。(b)に示すタイプは、逆に注湯合金が種結晶より融点の低い場合に考慮したが、途中で断熱材Bを入れたために同様に種結晶がメルトダウンすることがあり好ましくない。(c)のタイプは、種結晶2を製品部4に突出して挿入した場合で、種結晶の周囲から他方位の結晶成長をする場合があり好ましくない。(d)(e)のタイプは、種結晶2を製品部4入口よりも大きくとること、又、種結晶2を

#### 【作 用】

種結晶を鋳型内で方位を固定するために任意方位の単結晶が得られ、又、製造する合金種が増えても種結晶は異なる合金でよいので準備が簡単になる。

#### 【実施例】

以下本発明の実施例を添付図面を参照して説明する。

単結晶の容易な合金(A合金)であらかじめ単結晶品を製造し、該単結晶品から所望の方位に種結晶を切り出す。次に、通常のロストワックス法により種結晶(A合金)をろう型模型に組み込み、第1図(f)に示す様な鋳型1を製作し種結晶(A合金)2を該鋳型1内で方位を固定する。この際、ある程度の結晶方位のずれを許容する場合は他の方法で固定してもよい。次いで、前記種結晶(A合金)と異なる合金を押湯部3から製品部4に注湯し一方向凝固精密鋳造法により溶解、鋳造してニッケル基超合金単結晶を製造する。

あらかじめ鋳型1に組み込んだ例で結晶方位のずれが少なく、且つ単結晶化を達成することが出来る点で好ましいといえる。

種結晶(A合金)に他の合金を注湯し単結晶化した試作例を第1表に示す。

第1表

結晶方位	種結晶合金	製品部合金	単結晶化率(%)	方位制御の達成率(%) ( $\alpha \leq 10^\circ$ )
<110>	A	B	100	100
	A	C	80	80
<111>	A	B	100	100
	A	C	70	70

合金種(B、C)により影響を受けるが単結晶化は可能である。この差は合金種による単結晶化の寛易性によるものである。

種結晶(A合金)及び製品部(B合金)の結晶方位<111>の試作時の温度変化例を第2図、第3図(f)(g)、第4図(h)(i)に示す。

測定位置を特定するためピッカースマークをつけ、その位置に対応してEPMA線分析結果を示

している。元素分析は、A合金、B合金の濃度差の比較的大きいTa及びMoの例を示している。これにより、写真で黒く腐食されている部分は種結晶が固相のままで、その真上ピッカースマーク④～⑤の範囲で両合金の濃度変化があり、溶融位置(Fusion Line)であることが分る。又、種結晶から製品部への細い通路部では濃度変化は既にほとんど無くB合金組成とほぼ同等であった。

通常の同一合金を用いた種結晶方式の場合には、この様な溶融位置の確認をすることも難しく、異合金を使う方式では、種結晶と鋳造した合金の溶融位置を容易に確認することが出来るため、鋳造条件の選定にも非常に便利である。

単結晶専用合金は、従来の既存合金(Alloy 454, CHSX-2, NASAIR100等)から更に高温強度化指向した合金や軽量性、耐食性を指向した合金が出現する一方、合金開発も盛んに行われ多様化しつつある。単結晶合金の使用あるいは選定に際し、<100>以外の他方位の各種特性を評価

する必要がある、簡便に他方位の各種合金の単結晶材を作成することが望まれるが、本発明により各種合金の任意方位の単結晶を提供することが出来る。

異合金を使用することによる単結晶品の懸念は、合金成分の変動であるが、化学成分分析によって製品側への成分変動は全く見られないことを確認した。

又、単結晶化を困難にすると考えられるMo, W, Re等を含む合金群に対してもあらかじめ単結晶の容易な合金を種結晶に用いることにより他方位結晶を得ることが出来る。更に、種結晶をあらかじめ鋳型に組み込むことにより結晶方位を精度良く制御することも可能である。

#### [発明の効果]

従来のセレクト方式では<100>以外の単結晶化は原理的にも不可能であり、又、同一合金種結晶方式は合金種が増し多数の他方位単結晶を得たい場合に種の準備に時間を要し非常に不便であるが、本発明によれば、非常に容易に他方

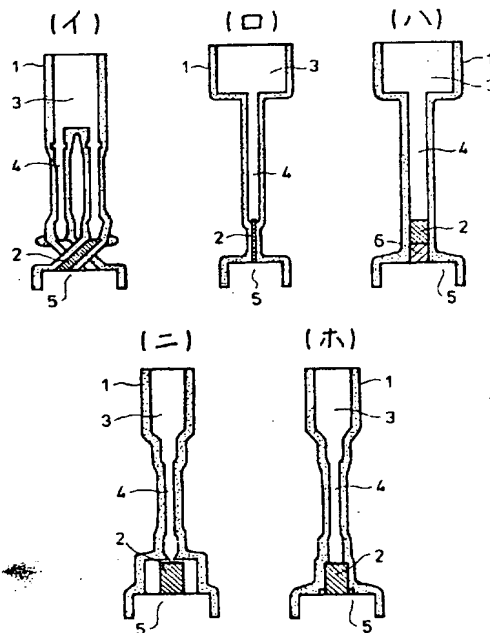
位単結晶が得られ、且つ省力化が可能である等の優れた効果を奏し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

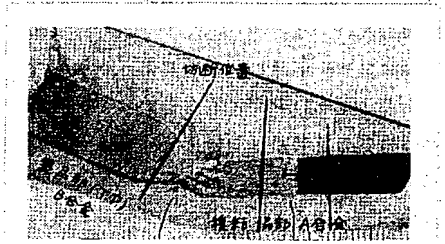
第1図(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ)は何れも本発明を実施する際に用いる各種の鋳型方案を示す縦断面図、第2図は種結晶(A合金)及び製品部(B合金)の結晶方位<111>の試作時の濃度変化例を示す写真、第3図(イ)は第2図の(イ)部分の拡大写真、第3図(ロ)は第2図の(ロ)部分の拡大写真、第4図(イ)は第3図(イ)のEPMA線分析を示す図、第4図(ロ)は第3図(ロ)のEPMA線分析を示す図、第5図はロストワックス法を実施する際に従来採用されているセレクト方式を示す縦断面図、第6図(イ)(ロ)は第5図に示すセレクトの形状を表わす斜視図、第7図は従来採用されている種結晶方式を示す縦断面図である。

図中1は鋳型、2は種結晶、3は押湯部、4は製品部、5は冷却板を示す。

第1図

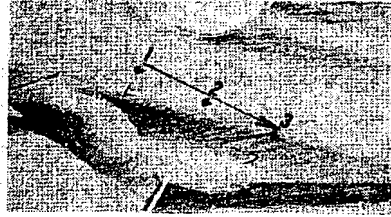


第 2 図



第 3 図 (1)

(1)



1. 事件の表示

昭和63年 特 許 願 第244497号

2. 発明の名称

ニッケル基超合金単結晶の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

東京都千代田区霞が関一丁目3番4号

(114) 工 業 技 術 院



4. 補正命令の日付

昭和63年12月7日 (発送日63・12・20)

5. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

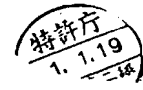
6. 補正の内容

明細書の図面の簡単な説明の欄の補正

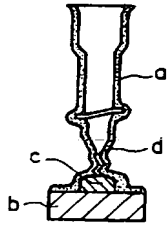
第9頁第7行～第9行における

「を示す写真、…(イ)部分の拡大写真、」

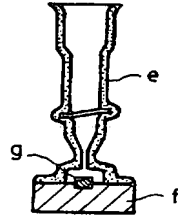
を



第5図



第7図



第6図

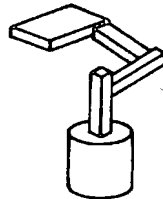
(イ)



(ロ)



(ハ)



「を示す金属のマクロ組織写真、第3図(イ)は第2図の(イ)部分を拡大した金属のマクロ組織写真、第3図(ロ)は第2図の(ロ)部分を拡大した金属のマクロ組織写真、」と補正する。

以 上